

## KERROSTALON JULKISIVUN RAKENNUSAIKAINEN KUSTANNUSVERTAILU

Kingspan Therma TW57 -eristetty sisäkuorielementti ja paikallava-  
lettu villaeristetty julkisivu

Kiimala Ville

Opinnäytetyö  
Tekniikka ja liikenne  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri (AMK)

2018

Tekniikka ja liikenne  
Rakennus ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Ville Kiimala	<b>Vuosi</b>	2018
<b>Ohjaaja</b>	Mikko Vatanen		
<b>Toimeksiantaja</b>	YIT Rakennus Oy		
<b>Työn nimi</b>	Kerrostalon julkisivun rakennusaikainen kustannusvertailu		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	36		

---

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli YIT Rakennus Oy. Työn tavoitteena oli tehdä kustannusvertailu ja vertailla toteutustapaa kahden eri julkisivuratkaisun välillä. Vertailussa olivat Kingspan Therma TW57 -julkisivueristeellä eristetty sisäkuoribetonielementti ja paikallavalettu PAROC Cortex One -villaeristetty sisäkuoribetoniseinä. Therma TW57 -eristetty sisäkuorielementti oli toimeksiantajan käytössä Torniossa ensimmäistä kertaa Jopparin Kulma-projektissa, ja siitä haluttiin syvempää tarkastelua toteutuneen tiedon vähäisyydestä johtuen.

Työn alussa esiteltiin kerrostalon rakentamisen prosessia ja Jopparin Kulman sekä Koivulan kohteet lyhyesti. Työn edetessä tuotiin esiin teorian tietoa kustannuslaskennan ja menekkien perusteista. Tärkeimpinä lähteinä käytettiin lähinnä Ratu-kirjallisuutta ja RT-kortistoa. Lähtökohtana oli, että toimeksiantaja saisi lisänäkemyksiä eri ratkaisujen vaikutuksista kustannuksiin ja toteutustapoihin.

Työn tuotoksena syntyi karkea tietopaketti kerrostalon perustus- ja runkorakentamisen vaiheista sekä suuntaa antava kustannus- ja toteutustapojen vertailu. Opinnäytetyön tarkoituksena ei ollut tuottaa tarkkaa kustannuslaskelmaa vaan lähempää tarkastelua kustannusten, toteutustapojen ja työmäärän eroavaisuuksiin. Päättelänä oli, että paikallavalettu ulkoseinä villaeristeellä oli hieman edullisempi toteuttaa, mutta vaati enemmän työpanosta. Kustannuksia ei myöskään voinut laskea tarkkaan tietämättä tapauskohtaisia hinnoitteluja, sijaintia ja resursseja.

Avainsanat Kingspan Therma TW57, PAROC Cortex One, sisäkuorielementti, paikallavalu, julkisivu, rakennusaikainen kustannusvertailu, kerrostalo

Technology, Communication and  
Transport Degree Programme in  
Civil Engineering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Ville Kiimala	<b>Year</b>	2018
<b>Supervisor</b>	Mikko Vatanen		
<b>Commissioned by</b>	YIT Rakennus Oy		
<b>Subject of thesis</b>	Construction Cost Comparison of the Facade of Block of Flats		
<b>Number of pages</b>	36		

---

The thesis was commissioned by YIT Construction Ltd. The aim of the thesis was to make the cost comparison and compare the implementation between two different facade solutions. The Kingspan Therma TW57 insulated external concrete element and the PAROC Cortex One insulated insight casted external concrete wall was compared. The Therma TW57 insulated concrete element was pressed into operation in Tornio for the first time in the Jopparin Kulma project by the commissioner. Further study was needed due to the scarce information about the Therma TW57 element.

The process of building the apartment building and Jopparin Kulma as well as the Koivula projects were introduced. As the work progressed, theoretical information on the basics of cost accounting and sales were presented. The most important sources were the Ratu Literature and the RT Building Information File. The effects of the different options on the costs and the methods of implementation were studied.

A rough information package of the phases of the foundation and the frame construction of the apartment building was prepared. In addition, an indicative cost and implementation comparison was made. The actual purpose of the thesis was not to produce a precise cost estimate but rather to look at the differences between the costs, the methods of implementation and the workload. The conclusion was that the cast external concrete wall with wool insulation was less expensive to carry out but demanded more labor. However, the costs could not be calculated precisely without knowing the ad-hoc pricing, location, and the resources.

Key words

Cost comparison, Kingspan Therma TW57, Paroc Cortex One, element, insight casted.

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	5
2 KERROSTALON RAKENTAMINEN .....	6
3 AS OY TORNION JOPPARIN KULMA .....	10
3.1 Perustietoja kohteesta .....	10
3.2 Ulkoseinät Jopparin Kulma .....	13
3.3 Elementtien toimitus ja asennus .....	14
4 AS OY ROVANIEMEN KOIVULA .....	16
4.1 Perustietoja kohteesta .....	16
4.2 Ulkoseinät ja asennus (Koivula) .....	18
5 RAKENNUSTAPOJEN VERTAILU .....	22
6 KUSTANNUSLASKENNAN JA MENEKKIEN PERUSTEITA .....	23
6.1 TALO 80, -90 ja -2000 -nimikkeistöt .....	23
6.2 Menekit .....	25
7 LASKENTA .....	27
7.1 Laskennan rajausta .....	27
7.2 Sisäkuorielementtien hankinnan ja asennuksen laskenta .....	29
7.3 Paikallavaletun ulkoseinän hankinnan ja asennuksen laskenta .....	30
7.4 Kustannusarvioiden yhteenveto .....	31
8 POHDINTA .....	33
LÄHTEET .....	35

## 1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on esitellä kerrostalon kaksi eri julkisivuratkaisua ja vertailla niiden toteutustapaa ja suuntaa antavia rakennusaikaisia kustannuksia YIT Rakennus Oy:n käyttöön. Vertailun kohteina ovat Kingspan Therma TW57 -julkisivueristeellä eristetty sisäkuorielementti ja paikallavalettu PAROC Cortex One -villaeristetty sisäkuoribetoniseinä. Molemmissa ratkaisuissa on samanlainen tiilivuoraus.

Mallikohteina työmaiden esittelyssä käytin Rakenteilla olevaa As Oy Tornion Jopparin Kulma (valmistuu 10/2018) ja 11/2014 valmistunut As Oy Rovaniemen Koivula. Jopparin Kulman ulkoseinät toteutettiin Therma TW57 -eristetyllä betonielementillä ja Koivulan ulkoseinät on paikallavalettu ja villoitettu. Varsinaisessa laskennassa rajasin kohteen kuitenkin Jopparin Kulman 3. kerroksen ulkoseiniin, jotta vertailu olisi mahdollisimman tasapuolinen.

Toimin työnjohtajan tehtävissä YIT Rakennus Oy:n palveluksessa As oy Tornion Jopparin Kulman työmaalla. Työn aihe ja kohteet valikoituivat, koska Therma TW57 eristeellä eristetty betonielementti on suhteellisen uusi tuote ja YIT:n käytössä Meri-Lapin alueella ensimmäistä kertaa (2017-2018). Aihe katsottiin tarpeelliseksi, koska toteutuneita kustannustietoja uudesta ratkaisusta ei juurikaan ole. Syvempi tarkastelu voi tuoda lisätietoa niin kustannuksien arvioimiseen kuin rakenteiden etuihin ja haittoihin.

Työn alussa avaan kerrostalon rakentamista kokonaisuutena, esittelen kohteet, ulkoseinärakenteet ja niiden rakennustapoja lyhyesti. Työn edetessä kerron kustannusten laskennasta työmaalla käyttämämme TALO 80 -nimikkeistön pohjalle, suoritan vertailevat kustannuslaskelmat ja arvioin molempien ratkaisujen hyötyjä sekä haittoja. Tavoitteena on saada suuntaa antava hintataso molempiin ratkaisuihin ja pohtia menetelmien vaikutuksia kokonaisuuteen.

## 2 KERROSTALON RAKENTAMINEN

Kerrostalon rakentamisen prosessi alkaa tarpeesta, tontin hankinnasta ja rakennuspaikan maaperän tutkimisesta. Maaperä määrittää perustamistavan, jonka jälkeen tarkempi suunnittelu voidaan aloittaa. Suunnittelun edetessä hankitaan tarvittavat viranomaisluvut, käynnistetään rakennustekninen suunnittelu ja kustannuslaskenta. Yleinen käytäntö on, että suuremmissa yrityksissä rakennushankkeille tulee saada johdolta aloituslupa, joka myönnetään useimmiten, kun noin puolet asunnoista on varattu. (Myöhänen 2014.)

Työmaalle varataan alueet sosiaalityöille, torninosturille, kalustolle ja muille tarvikkeille aluesuunnitelmaan. Perustusvaiheessa (Kuviot 1, 2 ja 3) tehdään tarvittavat toimenpiteet maaperän kantavuuden mukaisesti ja runkorakennus (Kuvio 4.) voidaan katsoa alkaneeksi, kun kellari tai 1. kerros on aloitettu.



Kuvio 1. As Oy Tornion Jopparin Kulma 4.4.2017, perustusvaihe käynnissä. Taustalla talon perustukset ja edessä autohallin perustukset





Kuvio 2. As Oy Tornion Jopparin Kulma 31.5.2017. Kellarin holvin (kellarin ja 1. kerroksen välipohja) valupäivä ja samanaikaisesti valetaan autohallin perustuksia



Kuvio 3. As Oy Tornion Jopparin Kulma 7.6.2017, autohallin perusmuuri maanrajassa ja paikallavalettua kellarin seinää. Taustalla sisäkuorielementit elementtifakissa

Puhuttaessa väliseinä- tai elementtikierrosta, tarkoitetaan yhden kerroksen kaikkia valettavia tai elementtiseiniä. Kierron järjestys suunnitellaan etukäteen ja kaikki samalla pohjalla suunnitellut kerrokset tehdään kyseisen suunnitelman mukaisesti. Tarkoitus on, että muotit, nosturi ja miehistö olisivat mahdollisimman tehokkaasti käytössä ja kerros valmistuisi mahdollisimman nopeasti. Lisäksi jokainen työntekijä tietää, mistä kerroksen seinät aloitetaan ja mihin lopetetaan. Kerroksen holvin (välipohja) muottityöt (Kuviot 5 ja 6) aloitetaan samanaikaisesti heti kun seinien teko sen mahdollistaa.



Kuvio 4. AS Oy Tornion Jopparin Kulma 9.6.2017, 1. kerroksen muottikierto ja elementtikierto käynnissä. Suurmuotit korotettu kasettimuotein



Kuvio 5. As Oy Tornion Jopparin Kulma 16.6.2017, 1. kerroksen holvin muottityö käynnissä

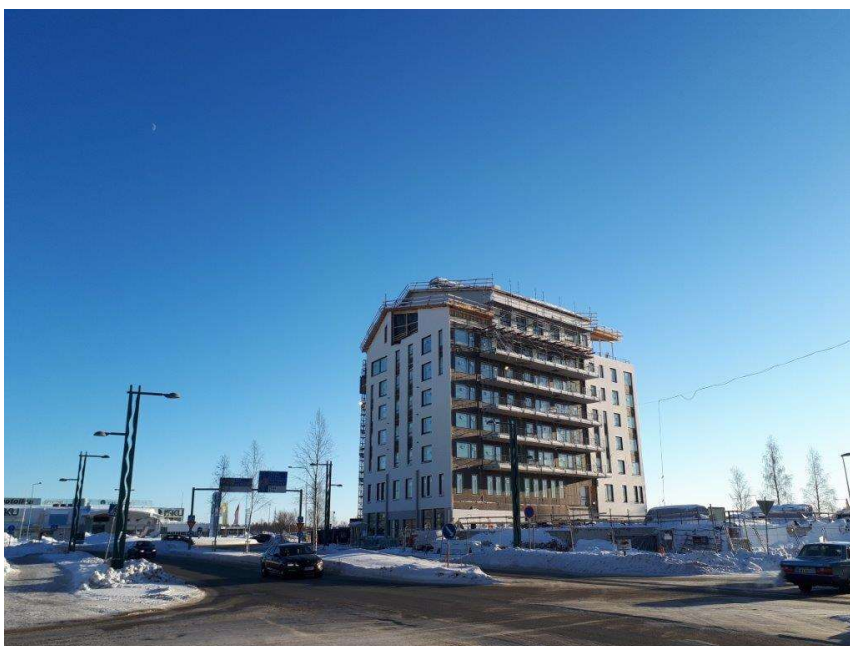




Kuvio 6. As Oy Tornion Jopparin Kulma 16.6.2017, 1. kerroksen holvin raudointustyöt käynnissä

Kerrostalon runkovaihe katsotaan päättyneeksi vesikaton rakenteisiin. Runko nostetaan edellä esitetyllä tavalla ylimpään kerrokseen ja yhden kerroksen kierto kestää noin 1-2 viikkoa riippuen pohjan koosta ja seinien määrästä.

Vesikatto tehdään tavanomaisesti puurakenteiseksi kappaletavarasta tai tehdasvalmisteisista puurakenteisista kattoristikoista. Perinteinen tasa- ja pulpettikatto valmistuu n. 1 kuukaudessa. Jopparin Kulman (Kuvio 7) monimuotoinen ja -osainen harjakatto on vaatinut huomattavasti suuremman työmäärän.



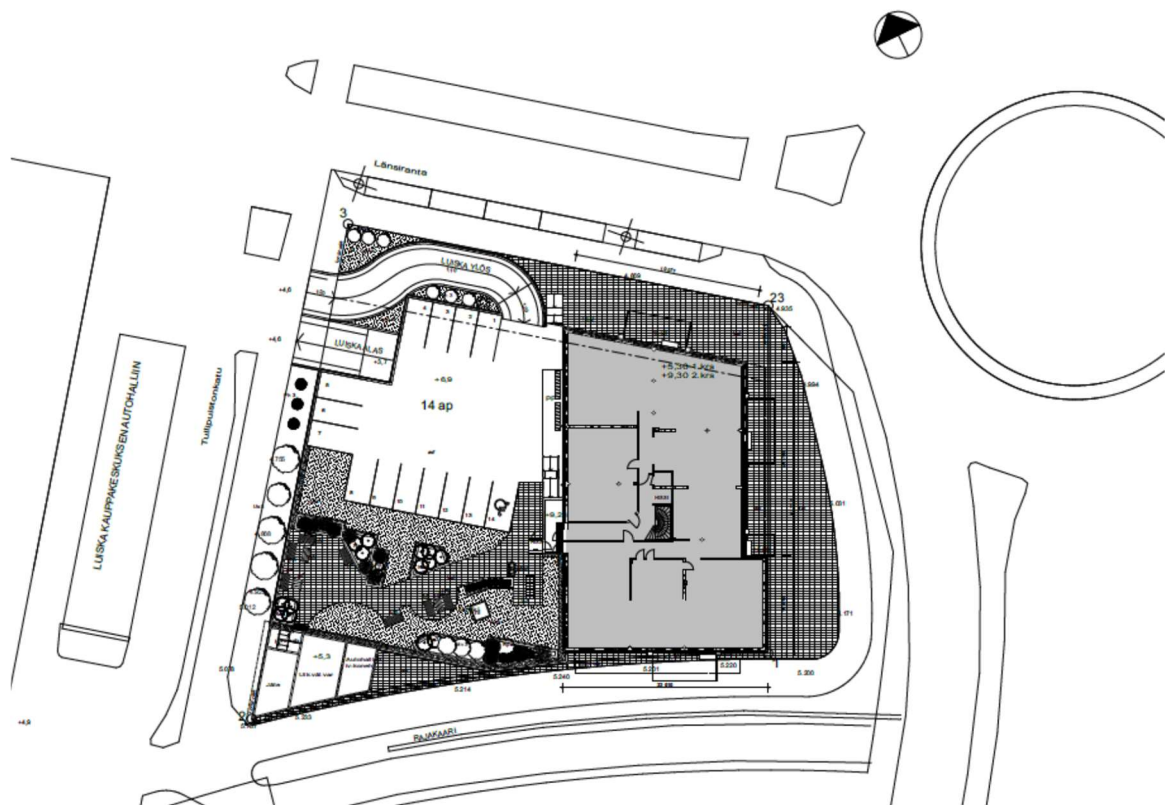
Kuvio 7. As Oy Tornion Jopparin Kulma 22.2.2018

### 3 AS OY TORNION JOPPARIN KULMA

#### 3.1 Perustietoja kohteesta

As Oy Tornion Jopparin Kulma (Kuviot 7, 9 ja 10) on Lapin mittakaavassa suu-  
rehko ja mielenkiintoinen kohde. Hankkeen urakkamuoto poikkeaa YIT Raken-  
nus Oy:n perinteisestä asuntotuotannosta siten, että Tapojärven Kiinteistöt Oy  
toimii kerrostalon rakennuttajana ja YIT Rakennus Oy hankkeen pääurakoitsi-  
jana. Tapojärven Kiinteistöt Oy:n päätoimiala on rakennuttaminen ja rakennus-  
hankkeiden kehittäminen (Tapojärven Kiinteistöt Oy). Hankkeen kokonaisinves-  
tointi on n. 17 miljoonaa euroa (Tapojärvi Oy 2018).

Rakennus sijaitsee Torniojoen varrella Tornion keskustassa välittömästi Ruotsin  
rajan tuntumassa (Kuvio 8). Rakentaminen on aloitettu maaliskuussa 2017 ja talo  
valmistuu lokakuussa 2018. Kerrostalon rinnalle on rakennettu 2 kerroksinen au-  
tohalli, jossa on 72 autopaikkaa ja autokannella 14 autopaikkaa. Talossa on kel-  
larin lisäksi 9 kerrosta, joista kerrokset 1 ja 2 ovat liike-/ toimistotiloja, kerrokset 3  
– 8 asuinkerroksia ja kerros 9 IV-konehuone. Kerrosluku on 8 ja kerrosala 5246,5  
m<sup>2</sup>, josta huoneistoala 3149 m<sup>2</sup>. Rakennustilavuus on 27520 m<sup>3</sup> ja talon palo-  
luokka on P1. Rakennuksen runko on pääosin paikallavalettu käytännössä ulko-  
seiniä ja portaita lukuun ottamatta.



Kuvio 8. Asemakuvan osa. Päärakennus on oikealla reunalla ja parkkihallin kansi vasemmalla (Arkkitehtitoimisto Pekka Salmi)



Kuvio 9. Talon julkisivu pohjoisesta katsottuna (Arkkitehtitoimisto Pekka Salmi)

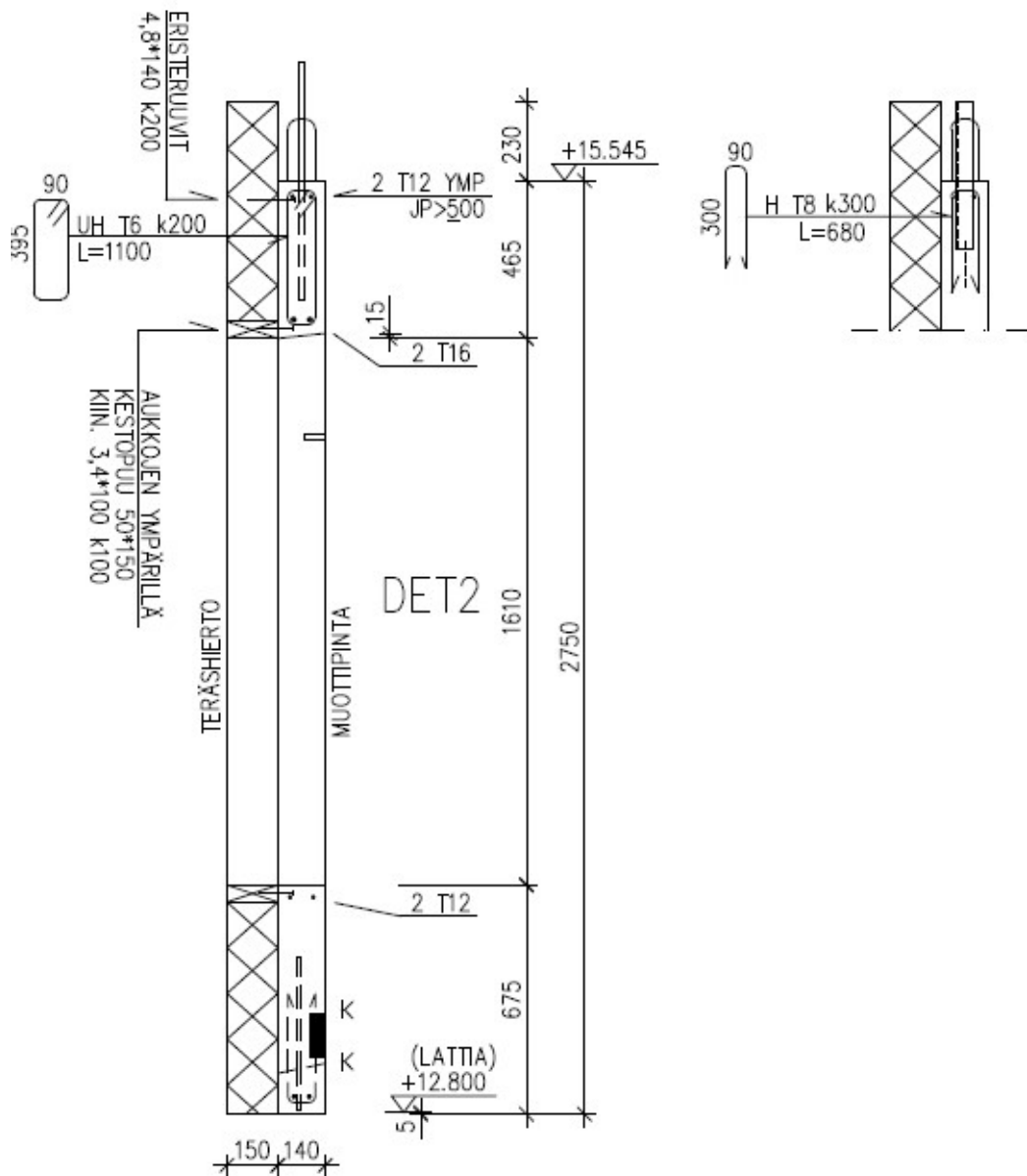


Kuvio 10. Talon Julkisivu etelästä katsottuna (Arkkitehtitoimisto Pekka Salmi)



### 3.2 Ulkoseinät Jopparin Kulma

Ulkoseinä rakennetaan sisäkuorielementeistä (Kuvio 11), joissa ulkopintana Kingspan Therma TW57 150 mm lämmöneriste ja kantavana runkona 140mm teräsbetoni (peruskerrokset). Elementin sisäpintana on harmaabetonoitu muottipinta, josta on sementtiliima poistettu hienopesulla.



Kuvio 11. Leikkaukset 3. krs elementistä SK 300, RAK 1810-SK300 (Insinööritoimisto J. Lampela Oy)

Kingspan Therma TW 57 (Kuvio 12) on Suomessa valmistettu CE-tuotemerkitty PIR-eristelevy, jossa on kuituvapaa ydin ja erilaiset erikoispinnoitteet levyn molemmin puolin. Lämmöneriste soveltuu lähes kaikkiin rakenteisiin, joissa eristelevyltä vaaditaan hyvää palonkestoa kuten P1-paloluokan kerrostalojen tuuletusraolliset rakenteet. (Kingspan insulation Oy Suomi 2018.)



Kuvio 12. Kingspan Therma TW57 (Kingspan insulation Oy Suomi 2018)

### 3.3 Elementtien toimitus ja asennus

Elementtitaloissa tulee huomioida elementtien pitkäkö toimitusaika, joka voi olla jopa useita kuukausia. Elementit toimitetaan työmaalle ennalta sovittuina ajankohtina maanteitse. Elementit varastoidaan työmaalla elementtifakkeihin, joista ne nostetaan suoraan asennettavaan paikkaan (Kuviot 13 ja 14).

As oy Tornion Jopparin Kulman työmaalla elementit hitsattiin kerroksen betoni-holviin varattuihin "asennustappeihin". Elementteihin on varattu asennuskolot, joissa on esillä hitsattavat vastatapit. Elementit säädetään korkoon lattateräksien varaan ja yläpää tuetaan säädettävillä elementtituilla, jotka ankkuroidaan holviin kiila-ankkurein ja elementteihin ennalta varattuihin sisäkierreankkureihin. Elementtien saumat valetaan juotosbetonilla ja eristeiden saumat tiivistetään saumavaahdolla. Mikäli eristeen sauman leveys  $>20$  mm, tiivistetään sauman uloin kerros paloluokitellulla saumauksella (VTT sertifikaatti nro VTT-C-6665-11). Yläpää valetaan kiinni seuraavaan holviin.



Kuvio 13. As Oy Tornion Jopparin Kulma. Runkovaiheessa sisäkuorielementtien kierto kesken.

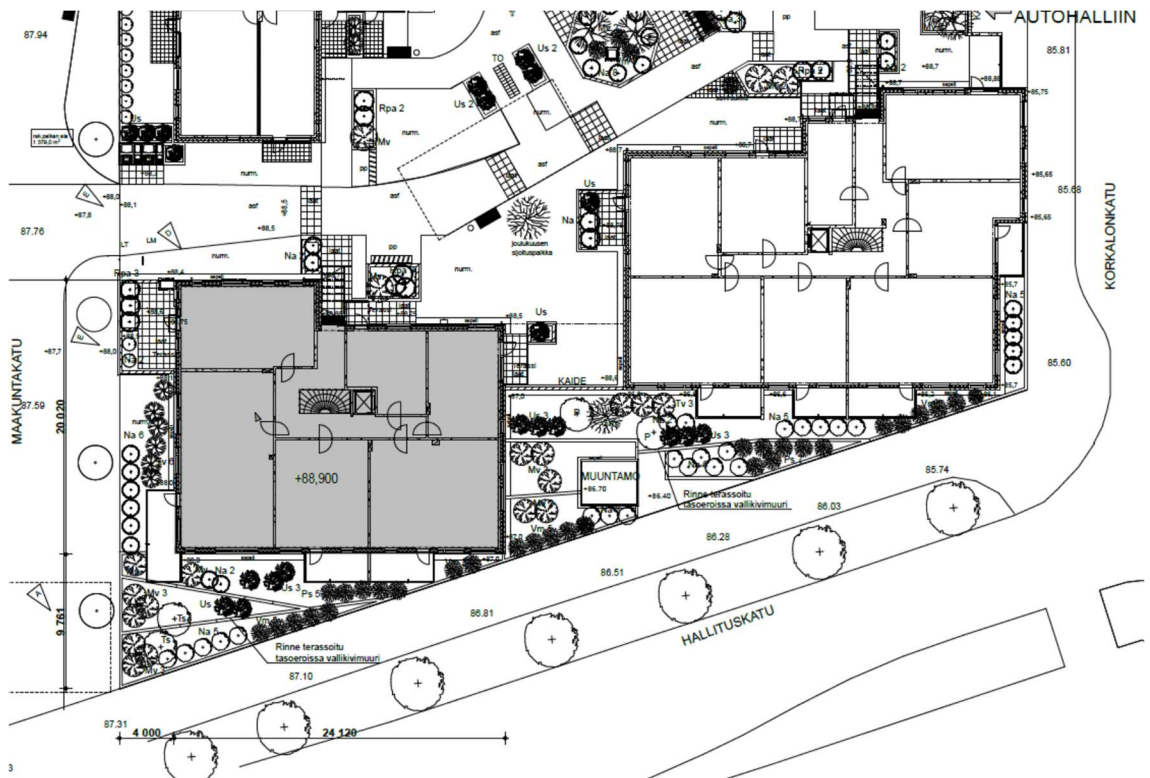


Kuvio 14. As Oy Tornion Jopparin Kulma, runkovaihe.

## 4 AS OY ROVANIEMEN KOIVULA

### 4.1 Perustietoja kohteesta

Kerrostalo on YIT Rakennus Oy:n omaa asuntotuotantoa ja se on valmistunut vuonna 2014. Talo sijaitsee Rovaniemen keskustassa Kiela-korttelissa (Kuviot 15, 16 ja 17). Talon rinnalla on parkkihalli, jossa on 20 autopaikkaa. Talossa on kellarin lisäksi 6 asuinkerrosta. Kerrosluku on 6, kerrosala 2634 m<sup>2</sup> ja huoneistoala 2101,5 m<sup>2</sup>. Rakennustilavuus on 9310 m<sup>3</sup>. Rakennuksen runko on paikalla-valettu.



Kuvio 15. Asemakuvan osa, jossa kohde näkyy tummennettuna. Parkkihalli sijaitsee talon pohjoispuolella (kuvassa yläpuolella) (Arkkittehtitoimisto Pekka Salmi)





Kuvio 16. Julkisivukuvan osa - länsi (Arkkitehtitoimisto Pekka Salmi)



Kuvio 17. Julkisivun osa – etelä (Arkkitehtitoimisto Pekka Salmi)

#### 4.2 Ulkoseinät ja asennus (Koivula)

Ulkoseinien sisäkuori vahvuudeltaan 140 mm valetaan paikalleen suurmuoteilla. Seinä eristetään 205mm PAROC Cortex One yksinkertaisella villalla, ja samalla kiinnikkeistä muodostuu ramloitus muuraukselle (PAROC – Kivirakenteiset ulkoseinät). Seinän lopullinen kokonaispaksuus on n. 510 mm (vrt. elementin vahvuus n. 450 mm). Paikalleen valetussa seinässä (Kuvio 20) ei jää jälkitöiksi sauvojen valuja, mutta sementtiliiman hionta ja epätasaisuuksien poisto ovat työläämpää elementteihin verrattuna.

Muottien pystyttämiseksi tuetaan alempaan kerrokseen esim. Peri niveltyötasot. Tasojen runkojen kiinnikkeet pultataan alemmasta seinästä läpi ja itse tasot lasketaan kiilamaisen kiinnikkeen varaan. Taso varaa suurmuottien jalkojen painon (Kuvio 18).

Paikallavaluissa tulee työnjohdon seurata tarkoin betonilaatuja ja harjateräksien riittävyyttä ja asennusta. Hyvä tapa on kuvata seinät ennen tuplauksia (Kuvio 19). Betoniasemalle tulee tiedottaa suunnitellut valuaikataulut etukäteen, jotta voidaan varmistua ajokaluston ja mahdollisten pumppuautojen riittävyydestä. Runkovaiheessa valuja pyritään suorittamaan jokaisena työpäivänä ja kalustoa on pyritty varaamaan siten, että se olisi mahdollisimman tehokkaasti hyötykäytössä.



Kuvio 18. Koivula parkkihallista kuvattuna. Kuvan yläreunassa näkyy ulkoseinän rungon muottityöt. Muotit tuetaan jaloistaan niveltyötasoille ja parvekelaatoille.

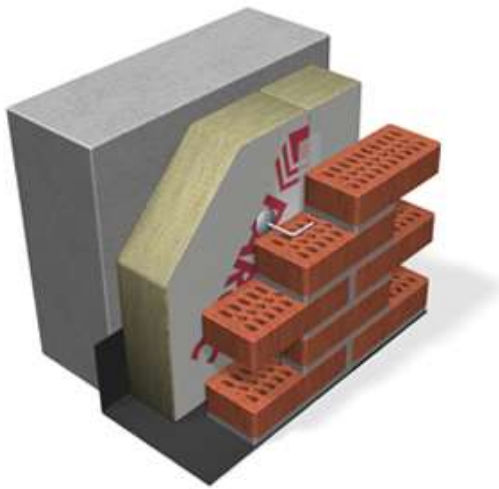


Kuvio 19. Raudoitus ja aukkovaraukset tehdään sisäpuolelta, joiden jälkeen seinät tuplataan.



Kuvio 20. Valettu ulkoseinä. Kerroksessa ulkoseinien kierto kesken.

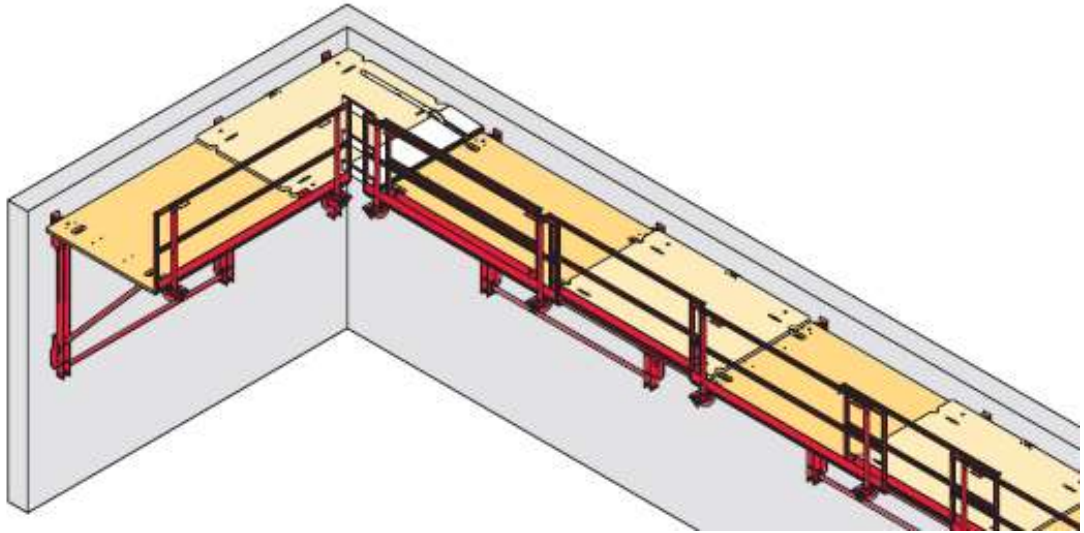
PAROC Cortex One on kivrakenteiselle ulkoseinälle suunniteltu palamaton kivi-villa tuulensuojapinnoitteella (Kuvio 21). Eriste soveltuu P1-paloluokan rakentamiseen. Tuuletusrako tiilimuuraukseen tulee olla vähintään 30 mm. Muuraus kiinnitetään runkobetoniin tiilisitein ja siteet toimivat myös villan kiinnikkeinä. Villan saumat teipataan PAROC XST 022 -saumausteipillä tai vastaavalla tuotteella. (PAROC – Kivirakenteiset ulkoseinät.)



Kuvio 21. Eristelevy yksikerrosratkaisu – PAROC Cortex One (PAROC – Kivirakenteiset ulkoseinät)



PERI FB 180-3 Nivelytaso (Kuvio 22) on monipuolinen, nopea ja turvallinen teline rakennuksen ulkopuoliseksi työtasoksi. Sen kuorman kestävyys voi olla jopa 450 kg/m<sup>2</sup> pelkkiä päätasoja käyttäen. Tasot toimitetaan työmaalle käyttövalmiina. Tasojen levy on 15-kerroksista kertopuuta, joka kestää sään ja mekaanisen rasituksen eikä ole liukas. (PERI – Nivelytaso FB 180-3.)



Kuvio 22. Ote nivelytasojen suunnitteluohjeesta (PERI – Nivelytaso FB 180-3, sivu 4)

## 5 RAKENNUSTAPOJEN VERTAILU

Elementtien asennus on työmäärän ja aikataulun puolesta huomattavasti paljon nopeampi tapa rakentaa talon ulkoseinät. Itse asennustyö sitoo 2 henkilöä ja nosturin. Elementtejä voidaan hyvänä päivänä asentaa jopa 1 elementti tunnissa, kun valmistelevat työt on huolella tehty. Paikallaanvalu puolestaan vaatii kirvesmiesten lisäksi raudoittajat ja sähkömiehet samoille mestoille. Muottien asennukseen, työtasojen siirtoihin, mittauksiin ja toppareiden tekoihin joudutaan käyttämään aikaa huomattava määrä.

Elementtiseinät on useimmiten valettu vaakatasoon ja seinäpinnat ovat suhteellisen suoria saumavalujen purseita lukuun ottamatta. Jälkitöitä ei näin ollen jää paljoa tehtäväksi. Paikallaanvalujen pinnat, muottien kunnosta ja asennuksen huolellisuudesta riippuen, saattavat olla epätasaisempia ja etuputsiin saattaa mennä aikaa moninkertaisesti elementtiseinään verrattuna. Paikallaanvalettujen seinien saumoja ei kuitenkaan tarvitse valaa jälkikäteen ja saumat ovatkin varmuudella lujia ja tiiviitä.

Elementtiseinä on elementtitehtaalla eristetty ja mikäli ramloitus tehdään myös tehtaalla, säästyy työmaalla aikaa myös siinä, ettei ramloja tarvitse työmaalla asentaa. Ennen muurauksia on eristeiden saumat kuitenkin vaahdotettava ja sauman koosta riippuen tarvittaessa palosuojattava. Paikallaanvalettu seinä täytyy villoittaa ulkopuolelta ennen muurauksia. Villat kiinnitetään betoniin ankkuroiduilla ramloilla. Ramloissa on säätöprikka, joka pitää villan paikallaan. Villoitukseen täytyy varata riittävästi aikaa ennen muurauksien aloittamista, jotta muuraukset sujuisivat mahdollisimman esteettömästi.

Kosteus pyritään pitämään mahdollisimman vähäisenä jokaisella rakennustyömaalla aina kuin se on mahdollista. Elementtiseinät ovatkin jo työmaalle tullessaan vähintään muutaman viikon ikäisiä ja näin betonin kuivuminen on saanut "varaslähdön" paikallavalettuihin seiniin nähden. Sinänsä seinien kosteudella ei niin suurta merkitystä ole koska kummassakin rakennuksessa on paikallaan valetut holvit ja rungot. Holvit ovat paksuimmat (n. 240 mm) ja hitaimmat kuivumaan, siksi erityisesti holvien kuivumista seurataan ennen pinnoitustöiden aloituksia.

## 6 KUSTANNUSLASKENNAN JA MENEKKIEN PERUSTEITA

### 6.1 TALO 80, -90 ja -2000 -nimikkeistöt

Nimikkeistö toimii rakentamisen tiedonsiirron välineenä. Se palvelee eri tasojen suunnittelua ja tuotannon ohjausta, jotta päätösten kustannusvaikutukset tunnetaan. Nimikkeistöä käytetään tuottojen ja kustannusten mittaamiseen, laajuuden arviointiin, arvostamiseen ja kohdistamiseen. Tuotot ja kustannukset kohdistetaan osastoille, hankkeille, vastuualueille, suoritteille ja tietyille ajanjaksoille (Ratu 411-T). Nimikkeistöistä uusin on Talo 2000 ja sen on tarkoitus korvata kaikki aiemmat versiot. Virallisesti käytössä on kuitenkin vielä Talo 2000 ja Talo 90 (RT 2008).

Työmaamme tuotannon käytössä on Talo 80 -nimikkeistö. Nimikkeistö jaetaan käytännössä 9 eri työlajiin seuraavasti:

1. Maa- ja pohjarakennus
2. Perustukset ja ulkopuoliset rakenteet
3. Runko- ja vesikattorakenteet
  - 32 – Kantavat väliseinät ja pilarit
  - 33 – laatat ja palkit
  - 34 – Portaat
  - 35 – Ulkoseinät
  - ...
4. Täydentävät rakenteet
5. Pintarakenteet
6. Kalusteet, varusteet ja laitteet
7. Konetekniset työt
8. Työmaan käyttökustannukset
9. Työmaan yhteiskustannukset. (Ratu 411-T.)

Päätyölajeista esitin esimerkiksi tarkemmin kohdan 3. Runko ja vesikattoraken-  
teet, koska kohdisteet koskevat työssä tehtäviä laskelmia. Talo 80 -nimikkeistö  
on muokkaantunut käyttötarkoituksiin sopiviksi ajansaatossa, mutta kuitenkin  
päätyölajeja noudattaen. Esimerkiksi tässä työssä tekemäni laskelmat voitaisiin  
kohdistaa muun muassa seuraaviin litteroihin:

- 3500 – Rungon elementtien hankinta
- 3510 – Elementtien asennus ja tarvikkeet
- 8330 – Torninosturi

Kaikkien nimikkeistöjen perusperiaate on sama ja niillä on suuri rooli rakentamisen kokonaisuudessa. Esimerkiksi rakennustapaselostus pohjautuu Talo 2000 -nimikkeistöön. Talo 2000 -päälajit ilmaistaan seuraavasti:

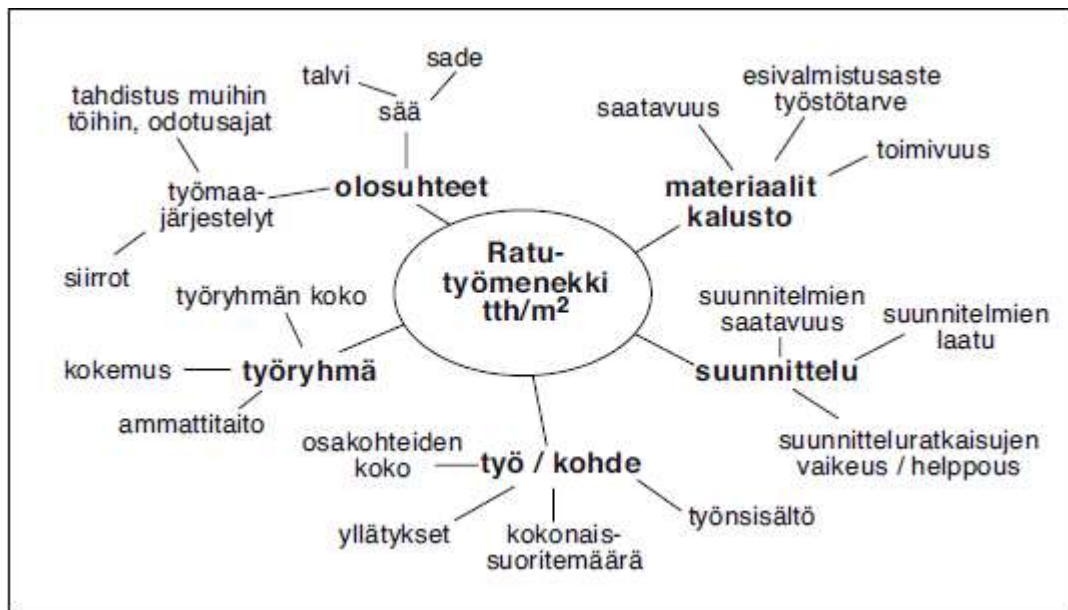
<b>1</b>	<b>Rakennusosat</b>
<b>11</b>	<b>Alueosat</b>
<b>12</b>	<b>Talo-osat</b>
	esim.
	121 – perustukset
	1211 – Anturat
	1212 – Perusmuurit, peruspilarit ja peruspalkit
	...
	126 – Vesikatot
	...
<b>13</b>	<b>Tilaosat</b>
<b>2</b>	<b>Tekniikkaosat</b>
<b>21</b>	<b>Putkiosat</b>
<b>22</b>	<b>Ilmanvaihto-osat</b>
<b>23</b>	<b>Sähköosat</b>
<b>24</b>	<b>Tieto-osat</b>
<b>25</b>	<b>Laiteosat.</b> (RT 2006; RT 2008.)



## 6.2 Menekit

Laskennan työmenekkien perustana käytän pääosin Rakennustöiden menekit 2015 kirjaa. Menekit perustuvat työmailta kerättyihin työmenekkitietoihin. Standardiaikajärjestelmä ottaa huomioon kohteiden erilaisuuden ja työmenekkiin vaikuttavia tekijöitä ovat mm. erilaiset suunnitteluratkaisut, työmenetelmä- ja kalustovalinnat sekä työmaaolosuhteet, työryhmän kokemus ja ammattitaito (Kuvio 23). (Wind ym. 2014, 16.)

*”Rakennustöiden menekit 2015 -kirjan työ- ja materiaalimenekkitiedot perustuvat Ratu-tiedostoon. Ratu-tutkimuksen tuloksina on tuotettu hyvän rakennustavan mukaisia työmenetelmäkuvauksia ja niitä vastaavia työmenekkitietoja jo 1970-luvulta alkaen. Ratu-tiedosto sisältää sekä uudis- että korjauskentämisen tiedot. Uudis- ja korjaustuotannon tutkimuksen tulokset on esitetty Talo 2000-työlajinimikkeistön mukaisesti.”* (Wind ym. 2014, 16.)



Kuvio 23. Työmenekkiin vaikuttavia tekijöitä (Wind ym. 2014, 16)

Tehtävän työmenekit ilmoitetaan työntekijätuntimäärän (tth) ja suoritemääräyksikön suhteella. Oletetaan, että 10 m<sup>2</sup> elementtiin kuluisi asennusaikaa yhteensä 10 h, olisi elementin asennuksen työmenekki 1 tth/m<sup>2</sup>. Työmenekki ei katso sitä, kuinka monta asentajaa työssä on, vaan se ilmaisee kokonaistyöntekijätuntimäärän yksikköä kohden. Työsaavutustietojen yhteydessä on kuitenkin ilmoitettu suositeltu työryhmän koko ja mikäli työryhmän koko poikkeaa huomattavasti suunnitellusta, voidaan työmenekkiä joutua korjaamaan. (Ratu T-442, 1; Wind ym. 2014, 10.)

Työmenekkejä tulee tarkastella kriittisesti ja menekkien sisältö on tunnettava. Kaikkea menekkitietoa ei löydy kirjallisuudesta tai laskentaohjelmista ja siinä syntyy eroavaisuudet eri laskijoiden tuotoksissa. Onkin tärkeää kohdistaa kulut oikeisiin työlajeihin (nimikkeistöt, 6.1), jotta voidaan korjata laskennan virheitä toteutuneiden menekkien avulla.

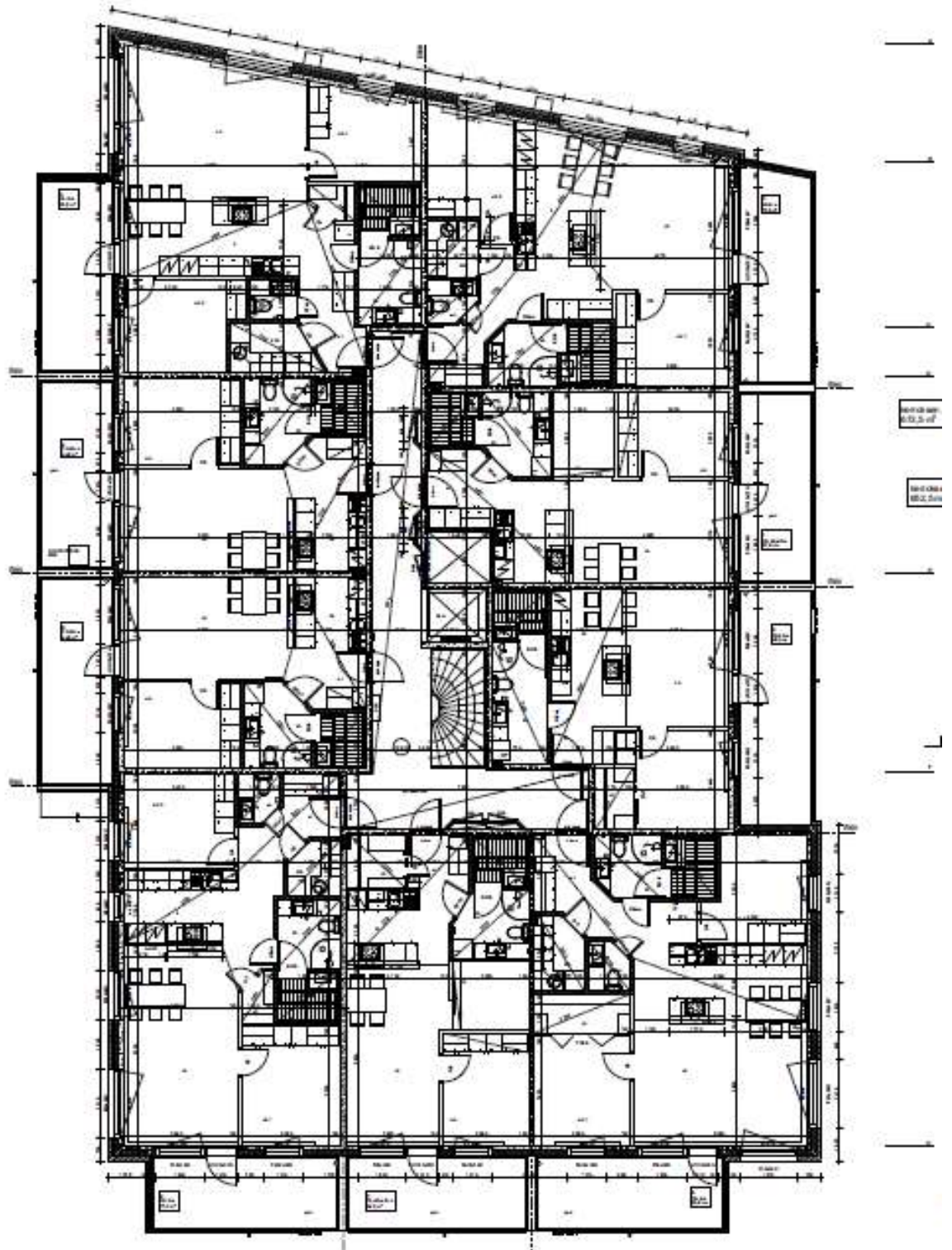
## 7 LASKENTA

### 7.1 Laskennan rajaus

Tässä osiossa tulevat laskelmat perustuvat vain ulkoseiniin. Kaikki liittyvät työt kuten toimistokulut, sos. kulut, ja suoraan ulkoseiniin liittymättömät työt on siis jätetty pois laskelmista. Lasken kustannukset siitä alkutilasta, kun asennustyö voidaan aloittaa ja laskenta päättyy siihen lopputilaan, missä asennustyö on suoritettu ja voidaan edetä seuraavaan työvaiheeseen. Laskennassa käytän työmenekkien ohjeena ”R6026 Rakennustöiden menekit 2015” -kirjaa. Materiaalien hinnat tarkastan toimittajilta ovh hintojen mukaisesti, mikäli niitä on mahdollista saada. Muussa tapauksessa hinnoittelen materiaalit kokemuksen perusteella paljastamatta kuitenkaan yrityksen sisäisiä hintatasoja. Hinnat esitän aina alv 0%, ellei muuta mainita.

Laskenta on suuntaa antava, koska työmaan menetelmissä ja hankintahinnoissa voi olla suuriakin eroja. Lisäksi kokonaisuuteen vaikuttaa rakennuksen koko ja sijainti. Siksi jokainen kohde täytyy ajatella yksilönä ja ratkaisut miettiä sen mukaisesti. Laskennassa käytän kohteena As Oy Tornion Jopparin Kulman työmaata molempiin ratkaisuihin, jotta vertailu olisi hankinnan ja toimituskulujen osalta mahdollisimman vertailukelpoinen. Laskennan rajaan 3. kerroksen ulkoseiniin (Kuvio 24), jonka betonirungon kokonaisala on n.  $2,75 \text{ m} * 108,00 \text{ m} = 297,00 \text{ m}^2$ , sisäkuorielementtien määrä 18 kpl, aukkojen määrä 40 kpl ja aukkojen ala  $84 \text{ m}^2$ , kun aukon keskimääräinen koko on  $2,1 \text{ m}^2$ .

Lisään laskentaan Ratu:n ohjeista puuttuvia hintoja esimerkiksi materiaalit, torninosturi ja kalusto. Koska en voi julkisesti ilmoittaa yrityksen hintoja millään tasolla, pyrin hinnoittelemaan kaluston materiaalin saman arvoisesti kummassakin laskelmassa. Kaluston ja nosturin yms. hinnat, jotka tarjotaan vain kohdekohtaisesti, ovat siis kuviteltuja, mutta oikean suuntaisia. Seuraavat laskelmat (Taulukot 1 ja 2) ovat siis kokonaisuuksia, jotka pohjautuvat Ratu:n ohjeisiin, omaan arvioon ja vallitseviin ovh hintoihin. Kaikkia hintoja ei siis voi suoraan käyttää vaan ne täytyy kilpailuttaa kohdekohtaisesti, enkä näin ollen voi laskelmia esittää kovin yksityiskohtaisesti.



Kuvio 24. As Oy Tornion Jopparin Kulma. Ote 3. krs pohjakuvasta (Arkkitehtitöimistö Pekka Salmi)



## 7.2 Sisäkuorielementtien hankinnan ja asennuksen laskenta

Alkutila: "Alapuoliset rakenteet on tarkastettu ja hyväksytty." Lopputila: "Elementit on asennettu, kiinnitetty ja saumattu. Työ on tarkastettu ja hyväksytty. Siivous ja jälkihoito on tehty ja työvälineet puhdistettu." (Wind ym. 2014, 58.)

Taulukko 1. Kustannusarvio sisäkuorielementtien hankinnasta ja asennuksesta 3. kerrokseen (297m<sup>2</sup>). Laskentataulukko muokattu "Ratu laskin 103532". (Ratu 7007)

Sisäkuorielementtityön laskenta						
Työn hinta esim. 20€/h ei sisällä sos. Kuluja.						
Työ	Työmen.	Määrä (yks.)	Työmenekin (tth/yks.)	Työtunnit (tth)	työn hinta €/tth	työn hinta yht.rivi
<b>Työmenekit</b>						
El. varastointi ja mittaus	0,4	18	kpl	7,20	20	144,00
Ulkoseinäelementin asennus	1,62	18	kpl	29,16	20	583,20
Hitsauskiinnitys	0,4	18	kpl	7,20	20	144,00
Tukkolaudoitus ja saumavalu	0,5	18	kpl	9,00	20	180,00
Juotosvalu	0,25	18	kpl	4,50	20	90,00
Torninosturi	0,8	18	kpl	14,40	20	288,00
Tukkojen purku ja karkea puts	0,2	18		3,60	20	72,00
<b>Rivit (työ) yhteensä:</b>				75,06		1501,20
			Mat. yksikkö		Mat. hinta €/yks	Mat. hinta yht.rivi
<b>Materiaalimenekit</b>						
Kalustovuokrat		1	erä		100	100,00
Torninosturi		14,4	h		70	1008,00
Erittelemättömät tarvikkeet		1	erä		1000	1000,00
Juotosmassa		2	tn		100	200,00
Betonielementit		297	m2		120	35640,00
<b>Rivit (materiaali) yhteensä:</b>						37948,00
<b>Asennuksen hinta yhteensä:</b>		297	m2			39449,20

### 7.3 Paikallavaletun ulkoseinän hankinnan ja asennuksen laskenta

Alkutila: "Muottityön alapuoliset rakenteet ja pohja ovat tarkastetut ja hyväksytyt. Työn vaatimat muotit, tarvikkeet, koneet ja kalusto ovat työmaalla käytettävissä." Lopputila: "Muotit on purettu ja puhdistettu, lajiteltu ja varastoitu." (Wind ym. 2014, 50.)

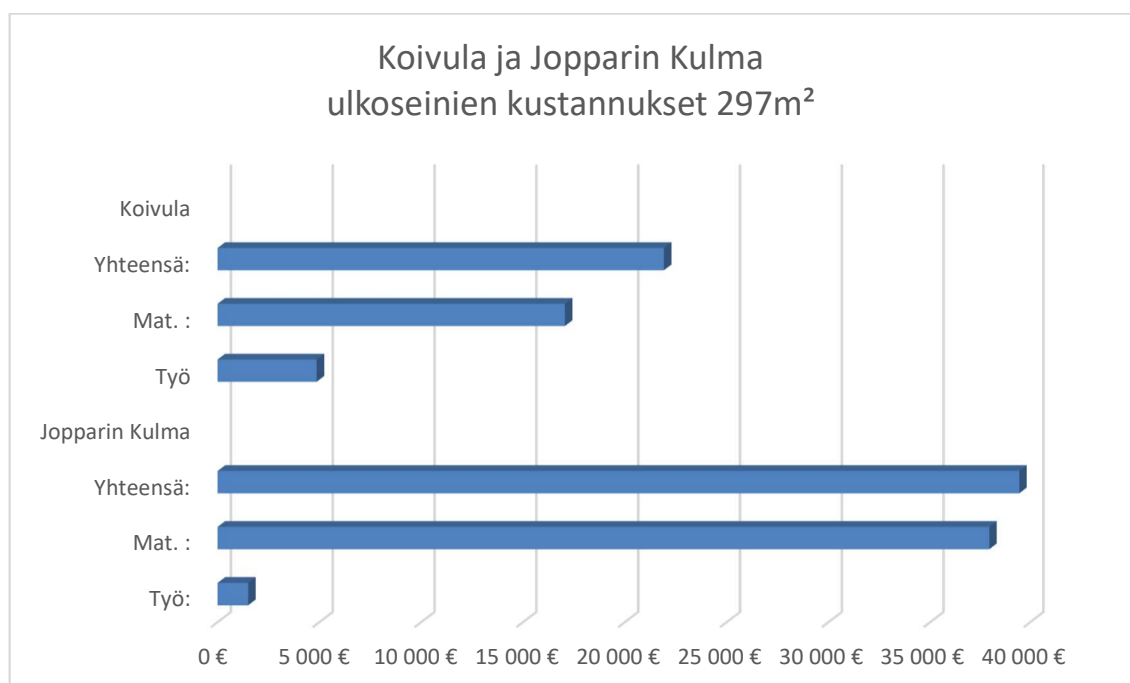
Taulukko 2. Kustannusarvio paikallavaletun ulkoseinän hankinnasta ja asennuksesta. Laskentataulukko muokattu "Ratu laskin 103532". (Ratu 7007)

Paikallavaletun ulkoseinärakenteen laskenta						
Työn hinta esim. 20€/h ei sisällä sos. Kuluja.						
Työ	Työmen.	Määrä (yks.)	Työmenekin (tth/yks.)	Työtunnit (tth)	työn hinta €/tth	työn hinta yht.rivi
<b>Työmenekit</b>						
Suurmuottityö	0,14	297	m2	41,58	20	831,60
Raudoitteet käsinsiirto	0,5	3	tn	1,50	20	30,00
Raudoitteet nosturi	0,1	3	tn	0,30	20	6,00
Seinät keskirauta 8mm	13	3	tn	39,00	20	780,00
Seinät keskirauta 10mm	7,3	3	tn	21,90	20	438,00
Katkaisu ja taivutus	3,3	3	tn	9,90	20	198,00
Betonointi	0,34	30	m3	10,20	20	204,00
Mittaukset ja varaukset	0,1	297	m2	29,70	20	594,00
Työtasojen asennukset	0,03	297	m2	8,91	20	178,20
Torninosturi	0,11	297	m2	32,67	20	653,40
Villoitus	0,11	297	m2	32,67	20	653,40
Jälkien siivous	0,05	297		14,85	20	297,00
<b>Rivit (työ) yhteensä:</b>				243,18		4863,60
			Mat. yksikkö		Mat. hinta €/yks	Mat. hinta yht.rivi
<b>Materiaalimenekit</b>						
Betoni pumpattuna		30	m3		180	5400,00
Hukkabetoni (0,1*)		3	m3		180	540,00
Harjateräks		3000	kg		0,2	600,00
Kalustovuokrat		1	erä		2500	2500,00
Rungon eristeet 200mm villa		297	m2		7,5	2227,50
Erittelemättömät tarvikkeet		1	erä		2500	2500,00
Torninosturi		32,67	h		70	2286,90
Henkilönostin (villoitus)		5	pv		200	1000,00
<b>Rivit (materiaali) yhteensä:</b>						17054,40
<b>Asennuksen hinta yhteensä:</b>		297	m2			21918,00

#### 7.4 Kustannusarvioiden yhteenveto

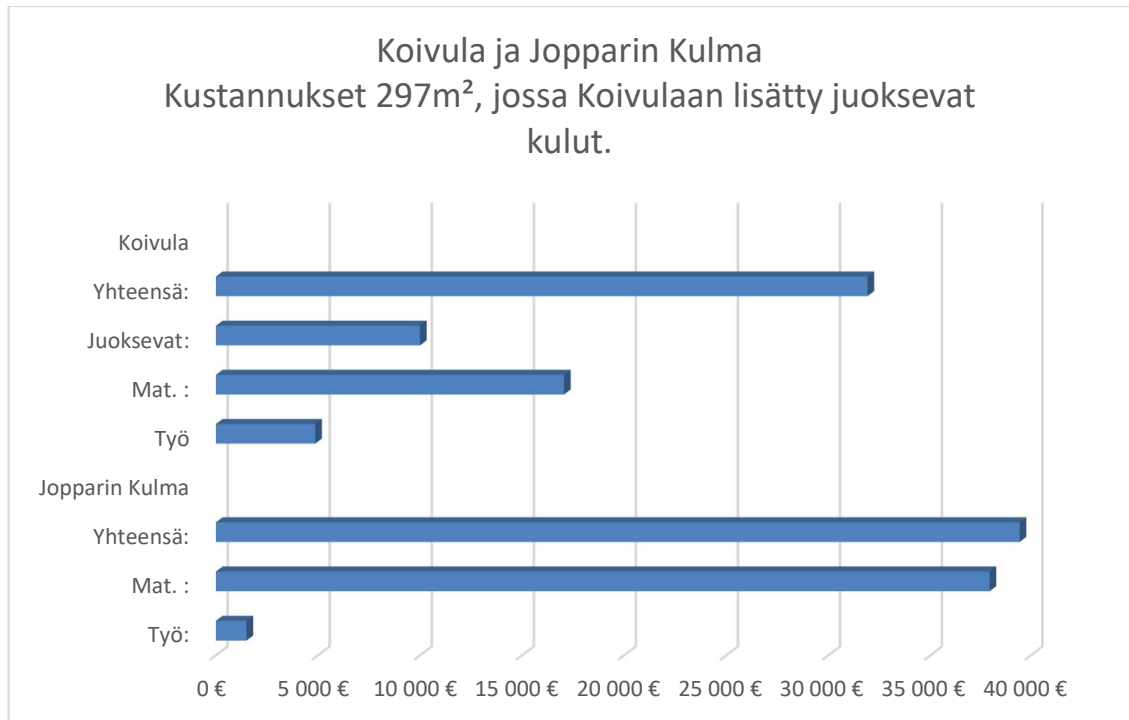
Vaikka laskelmien perusteella paikallavalettu ulkoseinämenetelmä onkin selvästi edullisempi, ei laskelmissa ole huomioitu jälkitöiden määrää. Laskuissa ei myöskään näy se, kuinka resurssit ovat sidottuina ulkoseinien valuihin. Elementtirakenteissa sidotaan pienempi määrä miehistöä ja näin ollen voidaan kerroksen muuta runkoa valaa saman aikaisesti tehokkaammin. Elementtirakentaminen nopeuttaa runkorakennusvaiheen kokonaisaikaa ja vähentää jälkitöiden määrää sisävalmistusvaiheessa. Nopeammalla rungon rakentamisella saadaan merkittäviä säästöjä juokseviin kuluihin, jotka myös ovat yksilöllisiä jokaisella työmaalla ja voivat vaihdella esim. 30 000 € - 60 000 € /kk. keskikokoisissa kerrostaloissa runkorakennusvaiheen aikana.

Esitän pylväsdiagrammissa (Kuvio 25) suoraan laskelmiin perustuvan vertailun. Mikäli kuluihin lisättäisiin koko kerroksen kaikki työvaiheet sivukuluineen, voisin olettaa, että suorat kustannuserot eivät olisi huomattavia kummankaan ratkaisun välillä. Kuitenkin pelkän ulkoseinäarakenteen toteutuksessa paikallavalettu seinä on kustannuksiltaan tehokkaampi.



Kuvio 25. Kustannukset pylväsdiagrammin muodossa, kun ulkoseinien betonirungon pinta-ala on n. 297 m<sup>2</sup> yhteensä.

Seuraavassa diagrammissa (Kuvio 26) esitän juoksevat kulut lisättynä kustannusarvioon, sillä oletuksella, että miehistön ja muottien määrä on sama. Oletetaan, että kyseisessä tilanteessa ulkoseinien rakentamiseen paikallavalettuna kuuluu n. 1 viikko enemmän aikaa kuin elementtiseinissä. Juoksevat kulut olisivat esimerkiksi 10 000 € /viikko.



Kuvio 26. Diagrammiin lisätty Koivulaan 10 000 € juoksevia kuluja sillä oletuksella, että rungon kierron tekemiseen menee samoilla resursseilla n. 1 viikko enemmän aikaa. Kustannusten taso lähenee toisiaan ja ero kerrosta kohti on alle 10 000 €.

Kuviot ovat suuntaa antavia eikä kuvio kerro todellista aikaeroa ratkaisujen välillä. Resurssit ja miehistö mitoitetaan kohteen mukaisesti ja muottikierto suunnitellaan siten, että valupäiviä olisi mahdollisimman vähän ja päivittäiset valut mahdollisimman suuria. Juoksevat kulut tulevat työmaalle aina ja ovat suurimmillaan runko-rakennusvaiheessa. Siksi rungon rakentamista pyritään nopeuttamaan kaikin keinoin.

## 8 POHDINTA

Työn tekemiseen käytin huomattavan paljon oman kokemuksen tuomaa tietoa ja arvioita. Kävin keskusteluja työmaalla mm. mittamiehen, kollegoiden, vastaavan mestarin ja työpäällikön kanssa. Lähteiden käyttö oli haastavaa, koska yrityksen sisäiset hinnastot ovat luonnollisesti salaisia ja suuri osa materiaalien ja resurssien hinnoista perustuu tapauskohtaisiin tarjouksiin.

Pyrin huomioimaan laskennassa mahdollisimman kattavasti kaikki työhön suoraan liittyvät suoritteet, toisaalta ratkaisujen vaikutukset rakentamisen myöhemmissä vaiheissa tuli käytännössä jättää kokonaan pois. Ennen kohteiden antamia toteutuneita tietoja ei voida kuin arvioida todellista jälkitöiden määrää eri ratkaisuissa ja niihin vaikuttaa työyhteisön ammattitaito, olosuhteet, materiaalit ja tarvikkeet. Oli kuitenkin mielenkiintoista huomata laskelmieni eroavaisuudet ja päätelmäni on, että paikallavalettu ulkoseinärakenne on kokonaisuudessaan hieman edullisempi toteuttaa kuin elementtiseinä. Tämänkin aiheen laskelmissa on las-  
kijakohtaisia eroja, mutta voisi olettaa, että suunta on sama.

Koen, että tämä työ sai minut ajattelemaan molempia ratkaisuja pintaa syvemmälle. Valitaan kumpi ratkaisu tahansa, niin työn aikana tulee erityisesti panostaa suorituksen nopeuteen ja laatuun. Mahdollisimman vähäiset jälkityöt parantavat mahdollisuuksia hyvien tuloksien saavuttamiseksi. Toisaalta mahdollisimman lyhyt rungon rakentamisaika pienentää juoksevia kuluja.

Lopputulokseltaan molemmat ratkaisut ovat toimivia ja paloturvallisia. Rakenteen valinta tehdään jo suunnittelupöydällä ja valintaan vaikuttaa hinnan lisäksi materiaalien ja resurssien saatavuus sekä työmaan varastointimahdollisuudet. Työssä ei huomioitu myöskään Sandwich- betonielementtiä, jossa ulkovuori, eristys ja runko ovat samassa paketissa. Siinä ratkaisussa hankinnan hinta nousee, mutta työmaalta jää kokonaan yksi merkittävä työvaihe pois.

Työn rajaaminen ulkoseinän rungon rakentamiseen oli haaste, koska osa kustannuksista pois jätetyistä työvaiheista liittyy rakennuksen kokonaiskustannuksiin. Esimerkiksi kokonaisaikatauluun vaikutukset jäävät ulkopuolelle ja siihen vaikuttaa mm. resurssien määrä ja työmaan koko. Rakennustavan valintaa suunnitellessa tuleekin huomioida kustannusten lisäksi myös lopputulos ja resurssien



saatavuus. Jokainen työmaa on yksilöllinen eikä suoraa vertailua pystytä tekemään tarkkaan, ennen kuin kaikki suunnitelmat ovat tiedossa ja resurssit hinnoiteltu tapauskohtaisesti. Tekemäni kustannusvertailu toimii kuitenkin suuntaa antavana työkaluna ratkaisujen tekemisessä.

Rakennustöiden menekit 2015 -kirja toimii avustavana työkaluna kohtuullisesti, mutta tarkempiin laskelmiin tulee käyttää ammattikäyttöön soveltuvia ohjelmistoja, joiden menekit perustuvat yrityksen sisäisiin toteutuneisiin kustannuksiin. Näin saadaan kattavampia laskelmia ja virhearvioiden määrä pienenee. On myös tärkeää päivittää toteutuneita kustannuksia säännöllisesti, jotta laskenta olisi ajantasaista.

## LÄHTEET

Arkkitehtitoimisto Pekka Salmi. Kuvia kohteesta.

Insinööritoimisto J. Lampela Oy. As Oy Tornion Jopparin Kulma. RAK 1810 – SK300.

Kingspan Insulation Oy Suomi 2018. Viitattu 4.4.2018 [https://www.kingspan.com/fi/fi-fi/tuotteet/eristeet/therma/therma-tw57?gclid=CjwKCAjw75HWBRAwEiwAdzefxPAhOyzab-jhHkxbZ\\_rQr9kq5Xe1xbMlva7qKF30hZPH3Bst0J8VbRoCRwkQAvD\\_BwE](https://www.kingspan.com/fi/fi-fi/tuotteet/eristeet/therma/therma-tw57?gclid=CjwKCAjw75HWBRAwEiwAdzefxPAhOyzab-jhHkxbZ_rQr9kq5Xe1xbMlva7qKF30hZPH3Bst0J8VbRoCRwkQAvD_BwE).

Myöhänen, U. 2014. Rakennustyömaalla – näin valmistuu kerrostalo. Viitattu 22.4.2018 <http://www.nmt.fi/fi/artikkeli/tyo-ura/rakennustyomaalla-nain-valmistuu-kerrostalo>.

PAROC – Kivirakenteiset ulkoseinät. Viitattu 30.4.2018 <http://www.paroc.fi/kayttokohteet/rakennusten-eristaminen/uudisrakentaminen/ulkoseinan-eristys/kivirakenteiset-ulkoseinat#Tiiliverhous/Levyeriste,%20yksikerrosratkaisu>.

PERI – Niveltäytaso FB 180-3. Painos 06/2011.

Ratu 7007. 2008. Ratu laskin, Excel 97. Rakennustieto Oy.

Ratu 411-T. 1993. Talo 90 -nimikkeistö Ratussa. Rakennustieto Oy.

Ratu T-442. 2016. Asuinrakennushankkeen kokonaistyömenekki. Rakennustieto Oy.

RT 2008. Talo 2000 -hankenimikkeistö RT 10-10918. Rakennustietosäätiö.

RT 2006. 15-10863. Rakennustapaselostus Talo 2000, malli. Rakennustieto Oy.

Tapojärven kiinteistöt Oy. Rekisteritiedot. Viitattu 17.4.2018 <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/tapojarven-kiinteistot-oy/08440836/rekisteritiedot>.

Tapojärvi Oy 2018. Uutisarkisto. Viitattu 17.4.2018 <http://www.tapojarvi.com/uutiset/tapojarven-uusi-konttori-nousee-rajalle.html>.

VTT sertifikaatti nro VTT-C-6665-11. 2017. Myönnetty 2016.

Wind, N., Kivimäki, C., Koistinen, L., Lahtinen, M. & Koskenvesa, A. 2014. Rakennustöiden menekit 2015. Rakennustieto Oy.